

# 温水点滴処理によるナシ白紋羽病罹病樹の治療

長野県南信農業試験場 江口直樹  
 エムケー精工株式会社 徳竹浩文  
 茨城県農業総合センター園芸研究所 富田恭範  
 長野県果樹農業試験場 岩波やす靖  
 果樹研究所 中村ひとし

## はじめに

白紋羽病菌 (*Rosellinia necatrix*) は長期間土壌中で生存できる土壌病原菌で (GARRET, 1970), 永年性作物である果樹類に深刻な被害を及ぼす。白紋羽病に対してはフルアジナム水和剤の土壌灌注処理の効果が高く、2009年現在、ナシのほか、リンゴ、ブドウ、モモ、イチジク等に登録を有する。しかし、フルアジナム水和剤を処理しても長期的には再発する事例が多く (江口ら, 2008), 隔年での処理を推奨している。現在のところ、ほかに有効な防除手段はなく、十分な防除対策を講じることができない。長期的な防除体系を構築するために、新たな防除手段が切望されている。

白紋羽病菌の高温耐性が低いことは経験的に知られており、苗木の温湯消毒や、海外では土壌消毒法として太陽熱処理が試みられている (松尾・桜井, 1954; FREEMAN et al., 1990)。筆者らは苗木消毒や土壌消毒ではなく、罹病樹の治療の手段として温水の利用を試み、技術開発に取り組んできた。また、この罹病樹に対する温熱療法を熱水処理になぞらえて「温水処理」と命名した。ここでは「温水処理」の具体的な方法と、実践した場合の防除効果を紹介する。なお、この試験は「新たな農林水産政策を推進する実用化技術開発事業 (平成 18 ~ 20 年)」の助成を受けて実施された。

## I 温水処理の条件設定

白紋羽病菌の死滅温度やナシ樹の高温耐性の詳細は EGUCHI et al. (2008) の報告があるが、ここではその概要を紹介する。白紋羽病菌は培地上において 30℃ を超えると生育阻害を受け、32.5℃, 5 日間の培養で 6 菌株中 5 菌株が死滅した。温浴中では 35℃, 2 日間で著しいダメージを受け、3 日間で全菌株が死滅した。処理温度

の上昇に伴い死滅時間は指数的に減少し、40℃ では 5 時間で、45℃ では 30 分で全菌株が死滅した (図-1)。一方、ナシの台木に用いられるホクシマメナシの根に対して湯浴中で温度処理を行い、活性の指標としてパーオキシダーゼ活性値を測定したところ、45℃ に 12 時間遭遇しても活性が低下しなかった (図-2), ‘幸水’ ポット苗の試験では休眠期と生育期いずれでも高温障害は 47.5℃ から確認された。

以上の結果により、地温を 35 ~ 45℃ に維持することで、樹にダメージを与えずに根部の白紋羽病菌を殺菌治療できると考えられた。地温をこの温度域に維持するため、様々な処理温度、処理法を検討した結果、50℃ の温水を地表面から点滴処理するのが効果的であった。点滴温度である 50℃ は根がダメージを受ける温度を超えるが、地表面から点滴するため、根が 45℃ 以上の高温に遭遇する危険性は極めて低い。

## II 温水処理の方法

これまで温水処理の方法として 50℃ の温水点滴処理

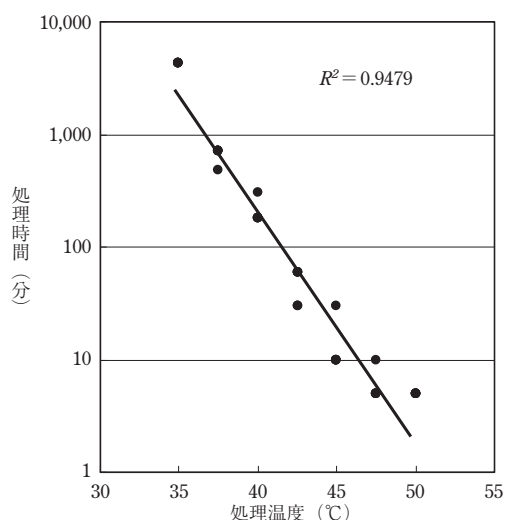


図-1 白紋羽病菌の死滅に必要な時間

Hot Water Treatment of Japanese Pear Trees is Effective Against White Root Rot. By Naoki EGUCHI, Hirofumi TOKUTAKE, Yasunori TOMITA, Yasuhiko IWANAMI and Hitoshi NAKAMURA

(キーワード: 白紋羽病, ナシ, 温水, 治療)

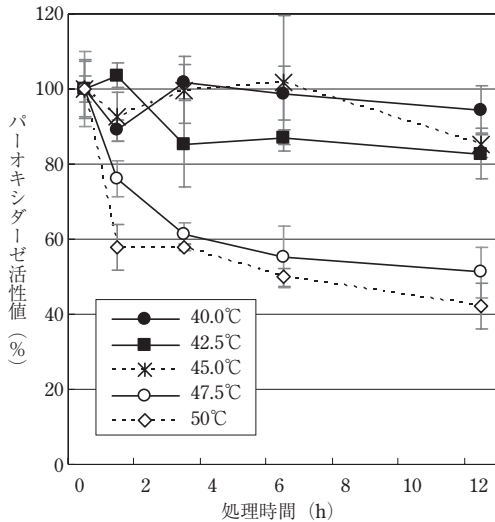


図-2 ホクシマメナシ根の高温遭遇時間とパーオキシダーゼ活性値の変化

と土中への灌注処理を検討してきた。いずれも効果が認められ、高温障害は見られなかったものの、作業性と効果の安定性の面で点滴処理が優った。また、灌注処理は専用の灌注機が必要になることから、まず、点滴処理の技術普及を図ることとした。以降は点滴処理について方法と効果を詳述する。

#### (1) 点滴チューブの設置法

処理樹のまわりに点滴チューブを設置し、農業用マルチなどで被覆して50°Cの温水を地表面に点滴する。点滴チューブは流量が水圧に依存しない養液用チューブが適し、試験にはユニラム17(ドリッパー間隔20cm, 吐出量2.3l/時タイプ, ネタフィムジャパン株式会社, 千葉県)を用いた。このチューブは農業用資材を扱う市販店で購入することができる。

現在のところ、設置方法は2種類検討されている。一つは処理樹を中心にらせん形に配置する方法で、樹幹から半径1mの範囲に、チューブ間隔が20cmになるように設置する(図-3)。チューブの総延長は約25mになる。もう一方は2×2mの範囲に楕形に設置する方法で、処理樹を中心に8本のチューブを20cm間隔で設置する(図-4)。チューブの総延長は16mである。いずれの形でも防除効果に差はない。らせん形は処理時間4時間前後で1樹に対する処理水量は800~960l、楕形は処理時間約6時間で1樹に対する処理水量は920~1,000lであった。設置作業は楕形で容易だが、処理時間はらせん形が短い。現在、作業性の向上のため、点滴チューブと被覆資材をセットにした処理装置を開発中



図-3 らせん形点滴装置

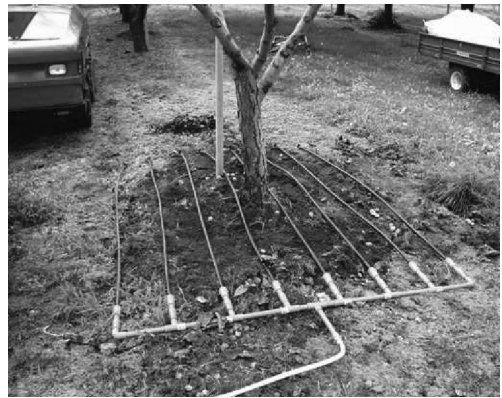


図-4 楕形点滴装置

である。

#### (2) 処理終了の目安

点滴チューブと被覆資材の設置後に、50°Cの温水を流し、地表面に滴下させる。次に重要なのが「いつまで点滴するか」である。処理終了の目安は「地下30cmが35°Cを超えたとき」である。このとき、地下10cmの多くは40°C前後で、処理終了後は徐々に低下する。一方、地下30cmは処理終了後もしばらく地温上昇が続き、35°C以上を1~2日維持した。もともと土壌は蓄熱効果が高く、熱しにくく冷めにくい性質をもち、地温変動は緩やかである(図-5)。表層腐植質黒ボク土(L)、淡色黒ボク土(CL)、褐色森林土(CL)、褐色森林土(LS)で試験を行ったが、いずれの土壌でも35°C以上を長時間維持することができた。透水性の高い土壌では地温上昇がやや早い傾向があるため、地温の測定は必須である。なお、地温測定には鉛筆状のステンレスセンサが適しており、配置した点滴チューブの中間の位置で測定する。

ナシに対しては長野県と茨城県で200樹を超える実証

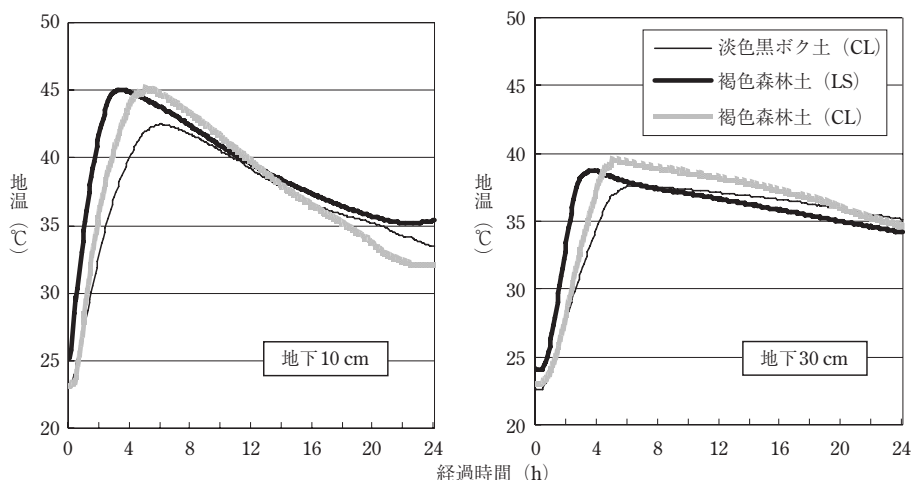


図-5 主要土壌における温水点滴処理後の地温推移  
らせん形装置を使用。地下30 cmが35℃を超えた時点で終了。

試験を実施しており、高温障害は1樹でのみ認められた。この事例では夏期高温時の乾燥条件で、浅い部分の地温が急速に上昇したと思われる。高温障害を回避するためには、地下10 cmの地温もモニターし、45℃を超えた段階で処理を終了すれば危険を回避できる。通常は地下30 cmが35℃を超えるまでに、地下10 cmが45℃を超えることはない。

### III 温水点滴処理による治療効果

ナシに対する処理事例のうち、防除効果の検証事例として長野県南部に位置する2圃場の試験結果を紹介する。いずれも慣行栽培園で、「幸水」主体の5～30年生の普通樹を用いた。

高森町の試験では櫛形点滴装置を用いて処理を行った。根部に菌糸が旺盛に認められる4樹に対して処理を行った結果、処理後は菌糸付着がすべて消失した(表-1)。うち2樹では処理2年後に菌糸付着が確認されたが、残り2樹では処理2年後まで再発は確認されていない。

飯田市の試験ではらせん形点滴装置を用いて処理を行った。罹病樹10樹に対して処理を行ったところ、処理当年はすべての樹で菌糸付着が消失した(表-1)。2樹が翌年再発し、そのうち衰弱の激しい1樹は枯死した。また、別の2樹も翌年枯死したが、根部の菌糸が消失していたことから、白紋羽病菌の殺菌効果は認められた。処理前から衰弱が激しく、処理が手遅れだったと考えられた。残り6樹は菌糸付着が確認されず、細根の発根も旺盛に認められた。

以上の結果から、処理後は全樹で菌糸付着が少なくとも一時的には消失し、高い治療効果が確認されている。

特筆すべきは処理直後から細根の発根が旺盛に認められることである。いずれも地上部衰弱樹に対して処理を行っていることから、樹勢回復には長期間を要するが、細根の発根に遅れて樹勢が回復する傾向が認められた。細根の発根が旺盛になった要因として病原菌の除去が第一に考えられるが、熱水土壤消毒で報告されている土壌のリフレッシュ効果などの可能性も考えられる(北・植草, 2007)。

温水処理時の地温と治療効果について興味深い結果が得られている。地温上昇が不十分な処理(地下30 cmが30℃に達するまでの処理)でも、菌糸が消失し治療効果が得られている。すなわち、温浴中の試験結果からすると死滅に達しない温度推移であっても菌糸は消失したことになる。これにより圃場においては、白紋羽病菌の殺菌に対して熱以外の作用機作が存在する可能性が示唆された。今後は、これら熱以外の殺菌・静菌作用を解明することにより、新たな防除手段の開発が期待される。

### IV 今後の課題

白紋羽病の治療技術として温水処理の有効性は確認できた。しかし、処理翌年～2年目以降、徐々に再発が認められている。これら再発樹を調査した結果、菌糸付着は太根の深い部分に見られる場合が多く、地温上昇が不十分な地下深部で生存していたように思える。温水処理を実施しても地下深部や、処理範囲外には白紋羽病菌が生息している。また、温水処理は化学合成農薬のような残効が期待できないため、時間の経過とともに主幹部付近での再発が予想される。これまでの試験結果から隔年の温水処理を実施すれば地上部の衰弱や実害がない状態

表-1 ナシ白紋羽病に対する温水点滴処理の効果<sup>a)</sup>

| 試験場所<br>土壌<br>(点滴装置)            | 処理区<br>(処理年月)          | 調査時期                             | 調査<br>樹数<br>(樹)   | 程度別樹数 (樹)              |    |     |     |   |   |     |   |    |   |   |
|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------|----|-----|-----|---|---|-----|---|----|---|---|
|                                 |                        |                                  |                   | 菌糸付着量                  |    |     | 細根量 |   |   | 樹勢  |   |    |   |   |
|                                 |                        |                                  |                   | 無                      | 少  | 中以上 | 中以上 | 少 | 無 | 中以上 | 弱 | 枯死 |   |   |
| 長野県高森町<br>淡色黒ボク土 (CL)<br>(楕形装置) | 温水点滴<br>(2005, 7)      | 2004, 12 <sup>b)</sup>           | 4                 | 0                      | 1  | 3   | 0   | 4 | 0 | 0   | 4 | 0  |   |   |
|                                 |                        | 2005, 12                         | 4                 | 3                      | 1  | 0   | 2   | 2 | 0 | 0   | 4 | 0  |   |   |
|                                 |                        | 2006, 12                         | 4                 | 4                      | 0  | 0   | 3   | 1 | 0 | 0   | 4 | 0  |   |   |
|                                 |                        | 2007, 11                         | 4                 | 2                      | 1  | 1   | 3   | 1 | 0 | 2   | 2 | 0  |   |   |
|                                 | 無処理 <sup>c)</sup>      | 2004, 12 <sup>b)</sup>           | 4                 | 2                      | 2  | 0   | 3   | 1 | 0 | 4   | 0 | 0  |   |   |
|                                 |                        | 2005, 12                         | 4                 | 0                      | 3  | 1   | 2   | 2 | 0 | 3   | 1 | 0  |   |   |
|                                 |                        | 長野県飯田市<br>褐色森林土 (CL)<br>(らせん形装置) | 温水点滴<br>(2006, 7) | 2005, 12 <sup>b)</sup> | 10 | 0   | 2   | 8 | 0 | 8   | 2 | 1  | 9 | 0 |
|                                 |                        |                                  |                   | 2006, 12               | 10 | 10  | 0   | 0 | 4 | 4   | 3 | 5  | 4 | 1 |
| 2007, 11                        | 8                      |                                  |                   | 5                      | 3  | 0   | 6   | 1 | 1 | 6   | 1 | 1  |   |   |
| 2008, 11                        | 7                      |                                  |                   | 4                      | 1  | 2   | 2   | 3 | 2 | 5   | 1 | 1  |   |   |
| 無処理 <sup>c)</sup>               | 2005, 12 <sup>b)</sup> |                                  | 10                | 9                      | 1  | 0   | 9   | 1 | 0 | 10  | 0 | 0  |   |   |
|                                 | 2006, 12               |                                  | 10                | 8                      | 2  | 0   | 9   | 1 | 0 | 9   | 1 | 0  |   |   |
|                                 | 2007, 11               |                                  | 10                | 5                      | 3  | 2   | 8   | 1 | 1 | 7   | 3 | 0  |   |   |
|                                 |                        |                                  | 10                | 5                      | 3  | 2   | 8   | 1 | 1 | 7   | 3 | 0  |   |   |

<sup>a)</sup> 50℃の温水を地下30cmが35℃を超えるまで地表面から点滴した。<sup>b)</sup> 処理前。<sup>c)</sup> 衰弱樹の周辺に存在する外見健全樹。

を維持できると考えられるが、その実証は今後の課題である。現在、助成課題の中で治療効果主体の温水処理と、予防効果主体の微生物資材の併用処理を検討している。温水処理の効果が高いため、短期間では組み合わせによる相乗効果は十分明確になっていないが、今後の継続調査の中で、明らかになると思われる。また、同課題の中ではリンゴ白紋羽病に対する効果も検証しており、有効性が確認されている。今後は他の樹種への応用なども期待される。

温水処理による発根促進と樹勢回復効果については、現時点で十分評価されていないが、これまでの観察では苗木定植前の温水処理により初期生育量が増加している。土壌のリフレッシュ効果や微生物の死滅に伴う窒素の有態化などが要因として考えられる。今後は温水処理による樹勢回復や生育促進技術、いや地解消技術などへの応用も検討していきたい。

この温水処理は50℃の湯を安定的に供給できるシステムがあれば、市販の農業用資材を組み合わせで実践可能である。野菜・花で実施されている熱水消毒のシステムを流用することにより、現在でも実施可能であるが、価格や、圃場内の移動などで問題が残る。これらの問題を解決するために筆者らは家庭用小型ボイラーを改良した温水処理機を開発中である。本機は台車一体型で、ナシ棚の下も容易に移動でき、市販の12V自動車用バッテリーで稼働できる。水源のない場所では果樹の防除機

として使用しているスピード・スプレーヤ (S・S) から水を供給することにより処理が可能となる。現在、安全性や耐久性、作業性などの確認のため、モニターテストを行う段階にある。また、点滴装置も市販を見据えて検討している。

## おわりに

近年、白紋羽病の枯死樹や、白紋羽病が原因の廃園を多く目にする。「難防除病害」という言葉に甘え、あきらめるわけにはいかない。近年、菌類ウイルスによる土壌病原菌の弱毒化が報告され (MATSUMOTO, 1998)、これを発端に白紋羽病に関する研究が活気付いている。根絶の技術はしばらく先になるかもしれないが、当面「なんとか付き合っていく技術」を目指した技術開発に取り組みたい。そのためには新たな「防除技術」と「診断技術」が必要で、さらに「白紋羽病管理体系」を構築する必要があると考えられる。

## 引用文献

- 1) EGUCHI, N. et al. (2008): J. Gen. Plant Pathol. 74: 382 ~ 389.
- 2) 江口直樹ら (2008): 関東病虫研報 55: 159 ~ 163.
- 3) FREEMAN, S. et al. (1990): Crop Prot 9: 312 ~ 316.
- 4) GARRET, S. D. (1970): Pathogenic root-infecting fungi, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 294 pp.
- 5) 北 宣裕・植草秀敏 (2007): 植物防疫 61: 73 ~ 78.
- 6) 松尾 卓・桜井善雄 (1954): 日蚕雑 23: 271 ~ 277.
- 7) MATSUMOTO, N. (1998): JARQ 32: 31 ~ 35.